

PUB-NO: DE004331932A1

**DOCUMENT-
IDENTIFIER:** DE 4331932 A1

TITLE: Bio-gas prodn. from manure - has sludge gassing station to give gas for gas turbine for electricity generation and used sludge is dried for disposal

PUBN-DATE: March 24, 1994

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
BAUER, UWE DR	DE
PUESCHEL, SIEGFRIED DIPL ING	DE

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MANNESMANN AG	DE

APPL-NO: DE04331932

APPL-DATE: September 14, 1993

PRIORITY-DATA: DE04331932A (September 14, 1993)

INT-CL (IPC): C02F011/04 , C02F011/18 , B01D053/00

EUR-CL (EPC): C02F003/28 , C02F011/12 , B01D053/85

ABSTRACT:

The assembly to produce a biogas from the gas generated by a sludge, has a raw sludge gassing in front where the sludge rots, for handling in the system, to give the gas to drive a gas turbine to power an electro-generator. After rotting, water is extracted from the sludge, followed by sludge drying, where the drying air is heated indirectly by a heat exchanger. An initial gas exhaust at the exhaust side of the gas turbine leads to the inlet for a heating medium at the heat exchanger. A further exhaust gas channel leads from the outlet for heating medium at the heat exchanger to the raw sludge gassing. A third exhaust gas channel leads the turbine gas from the raw sludge gassing into the atmosphere. Alleyways claimed is an operation where the turbine gas is taken at a temp. of more than 450 deg. C and passed at this temp. to the heat exchanger. An exhaust filter is fitted to the third exhaust gas channel. A gas

cleaner, to remove sulphur, is in front of the gas turbine. The sludge dryer is a drum assembly, where the drying air is circulated pref. in a circular path. USE/ADVANTAGE - Used for the prodn. of a biogas fuel from manure, etc. System gives waste product which is comparatively easy to dispose of, and generates max. energy.

**①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

⑫ **Off nlegungsschrift**
⑩ **DE 43 31 932 A 1**

(51) Int. Cl.⁵:
C 02 F 11/04
 C 02 F 11/18
 B 01 D 53/00

21 Aktenzeichen: P 43 31 932.7
22 Anmeldetag: 14. 9. 93
43 Offenlegungstag: 24. 3. 94

DE 43 31 932 A 1

(30) Innere Priorität: (32) (33) (31)
 17.09.92 DE 42 31 604.9

71) Anmelder:
Mannesmann AG, 40213 Düsseldorf, DE

74) Vertreter:
Meissner, P., Dipl.-Ing.; Presting, H., Dipl.-Ing.,
Pat.-Anwälte, 14199 Berlin

72 Erfinder:
Bauer, Uwe, Dr., 04448 Wiederitzsch, DE; Püschel,
Siegfried, Dipl.-Ing., 04279 Leipzig, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

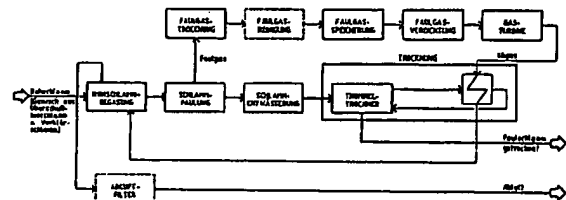
⑤4 Anlage und Verfahren zur Biogaserzeugung

57) Die Erfindung betrifft eine Anlage zur Biogaserzeugung und ein Verfahren zum Betrieb dieser Anlage.

Um eine Anlage zu schaffen, bei deren Betrieb Reststoffe anfallen, die leicht zu entsorgen sind und wobei viel nutzbare Energie erzeugbar ist, wird für eine Anlage zur Biogaserzeugung mit einer Schlammbegasung, einer Schlammfäulung, einer Faulgastrocknung, einer Faulgasspeicherung, einer Faulgasverdichtung und einer Verbrennungskraftmaschine, die mit einem elektrischen Generator zur Stromerzeugung gekoppelt ist, vorgeschlagen,

- daß zum Zweck der Behandlung von Klärschlamm in der Anlage die Schlammbegasung als der Schlammfäulung vorgeschaltete Rohschlammbegasung ausgebildet ist,
- daß die Verbrennungskraftmaschine als Gasturbine ausgebildet ist,
- daß hinter der Schlammfäulung eine Schlammmentwässerung vorgesehen ist,
- daß der Schlammmentwässerung eine Schlamm Trocknung nachgeschaltet ist,
- daß ein Wärmetauscher vorgesehen ist für die indirekte Erwärmung der Trocknungsluft der Schlamm Trocknung,
- daß eine erste Abgasleitung vorgesehen ist, die von der Abgasseite der Gasturbine zum Heizmediumeingang des Wärmetauschers führt,
- daß eine zweite Abgasleitung vorgesehen ist, die von dem Heizmediumausgang des Wärmetauschers in die Rohschlammbegasung führt, und
- daß eine dritte Abgasleitung vorgesehen ist zur Ableitung des Turbinenabgases aus der Rohschlammbegasung in die Atmosphäre.

Des weiteren werden in der Anmeldung erfindungsgemäße Verfahrensschritte ...



DE 43 31 932 A 1

Die Erfindung betrifft eine Anlage zur Biogasergzeugung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und ein Verfahren zum Betrieb dieser Anlage.

Aus der DE 31 51 187 C2 ist eine gattungsgemäße Biogasanlage bekannt. Diese weist als Kernstück einen Gärbehälter auf, der durch Zwischenwände in mehrere Zonen unterteilt ist, die von den eingesetzten biologischen Abfallstoffen (z. B. Gemisch aus Beleb- und Vorklärschlamm) durchlaufen werden. Das durch die Faulung entstehende Faulgas (überwiegend CH_4) wird aus dem oberen Teil des Gärbehälters abgezogen, in einer Faulgasreinigung von schwefelhaltigen Bestandteilen (H_2S) befreit, durch Behandlung in einem Kompressionskälteaggregat getrocknet und anschließend in einem Niederdruckspeicher zwischengespeichert. Aus diesem Speicher wird kontinuierlich gereinigtes Faulgas entnommen und in einem Verdichter auf einen hohen Druck (ca. 250 bar) komprimiert und bei Bedarf in einem Hochdruckspeicher gespeichert. Ein Teilstrom des verdichteten Faulgases wird in den Bodenbereich des Gärbehälters eingeleitet und sorgt dort für eine ständige Durchwirbelung der eingefüllten Biomasse, damit die Ausbildung einer für die Faulung hinderlichen Schwimmdecke vermieden wird. Insofern findet eine teilweise Rückführung des Faulgases statt. Ein zweiter Teilstrom des verdichteten Faulgases wird als Betriebsstoff in einen Gasmotor eingeleitet, der nicht nur den Verdichter betreibt, sondern auch mit einem elektrischen Generator zur Stromerzeugung gekoppelt ist. Die Abgase des Gasmotors weisen noch eine Temperatur von etwa 100–150°C auf. Um diese latente Wärme zu nutzen, sind die einzelnen Zonen des Gärbehälters im Bodenbereich mit Röhrenwärmetauschern ausgestattet, in die diese Motorabgase eingeleitet werden können und so die Faulung durch Erwärmung der Biomasse unterstützen. Eine weitere teilweise Nutzung der nach Verlassen der Röhrenwärmetauscher noch verbliebenen Restwärme kann dadurch erfolgen, daß ein zweiter Wärmetauscher vorgesehen ist, der eine indirekte Erwärmung der dem Gärbehälter frisch zuzuführenden Biomasse gestattet.

Über eine Aufbereitung des den Gärbehälter verlassenden ausgefaulten Schlammes wird in der DE 31 51 187 C2 nichts ausgesagt. Eine Entsorgung von nicht weiter aufbereitetem Schlamm beispielsweise durch Deponierung führt aber zu beträchtlichen Kostenbelastungen. Das den Gasmotor verlassende Abgas wird zwar thermisch im Sinne einer Wärmerückgewinnung vergleichsweise gut genutzt; es finden sich jedoch keine Hinweise auf eine Beseitigung enthaltener Schadstoffe wie insbesondere von Stickoxiden. Ein Nachteil dieses Verfahrens ist auch darin zu sehen, daß eine erhebliche Menge von bereits entschwefeltem und komprimiertem Biogas in den Gärbehälter zurückgeführt wird und dieselben Behandlungsstufen erneut durchlaufen muß.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine gattungsgemäße Anlage vorzuschlagen, bei deren Betrieb Reststoffe anfallen, die vergleichsweise leicht zu entsorgen sind, und wobei möglichst viel nutzbare Energie erzeugt werden soll. Außerdem soll ein Verfahren zum Betreiben dieser Anlage angegeben werden.

Gelöst wird diese Aufgabe bei einer gattungsgemäßen Anlage durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1. Die Unteransprüche 2 bis 4 kennzeichnen deren vorteilhafte Ausführungsformen. Ein er-

findungsgemäßes Verfahren hat die Merkmale des Patentanspruchs 5 und ist durch die Merkmale der Unteransprüche 6 und 7 weiter ausgestaltbar.

Anhand des in der einzigen Figur dargestellten exemplarischen Anlagenschemas wird die Erfindung nachfolgend näher erläutert.

Der z. B. aus einem Gemisch von Überschußschlamm (Belebtschlamm) und Vorklärschlamm aus einer nicht dargestellten Kläranlage bestehende Rohschlamm wird in die Rohschlammbegasung gegeben und dort durch direkten Kontakt mit einem warmen Abgas begast und hierdurch erwärmt. Der erwärmte Rohschlamm tritt danach in eine sich unmittelbar anschließende Schlammfäulung ein, in der durch die im Schlamm enthaltene Bakterienmasse Faulgas erzeugt wird, das überwiegend aus CH_4 besteht. Durch kontinuierlichen Abzug einer Schlammabstoßmenge gelangt der ausgefaulte Schlamm danach in eine an sich bekannte Schlammmentwässerung, die z. B. als Bandfilter- oder Kammerfilterpresse ausgebildet sein kann, um den Großteil des enthaltenen Wassers, das in die Kläranlage zurückgeführt wird, abzutrennen. Hierdurch tritt eine erhebliche Volumen- und Gewichtsreduzierung der verbleibenden Schlammmenge ein. Eine weitere drastische Reduzierung wird erzielt durch Behandlung des restlichen Schlammes in einer Trocknungsanlage, die vorzugsweise als Trommeltrockner ausgebildet ist und mit erwärmter Trocknungsluft betrieben wird. Der auf diese Weise erzeugte getrocknete Faulschlamm beträgt nur noch einen kleinen Bruchteil (je nach Trocknungsgrad z. B. 5 bis 10 Gewichts-%) der ursprünglichen Rohschlammmenge und kann daher mit erheblich geringerem Kostenaufwand entsorgt (z. B. deponiert) werden. Die Abnahme der organischen Trockensubstanz in der Schlammfäulung kann etwa 50%, günstigstenfalls bis zu etwa 55% betragen. Insgesamt kann in der Schlammfäulung mit einer Reduzierung der Trockensubstanz um etwa ein Drittel gerechnet werden, so daß beispielsweise bei einem Trockensubstanzgehalt von 60 g/l im Rohschlamm eine Verminderung auf etwa 40 g/l im Faulschlamm zu erwarten ist. Im getrockneten Faulschlamm beträgt der Anteil der Trockensubstanz bei Teiltrocknung in der Regel mehr als 50% und bei Volltrocknung sogar über 30%.

Das in der Schlammfäulung erzeugte Faulgas enthält neben CH_4 beispielsweise auch CO_2 und gewisse Mengen an H_2S oder sonstigen Schwefelverbindungen und ist mit Wasser gesättigt. Vor der Zwischenspeicherung des Faulgases wird daher in bekannter Weise zunächst durch eine Kühlung z. B. in einem Kompressionskälteaggregat eine Wasserabscheidung vorgenommen, um ein trockenes Gas zu erhalten. Danach kann eine Gasreinigung insbesondere zur Entfernung der Schwefelverbindungen zweckmäßig sein. Wie nachfolgend noch gezeigt wird, ist diese Gasreinigung jedoch keineswegs unbedingt erforderlich. Dies wurde in der Darstellung durch eine gestrichelte Rahmung zum Ausdruck gebracht. Unmittelbar hinter der Faulgasspeicherung ist eine Kompressoranlage (z. B. Turboverdichter) zur Faulgasverdichtung vorgesehen. Die Reihenfolge von Faulgasverdichtung und Faulgasspeicherung könnte auch umgekehrt werden, so daß anstelle eines Niederdruck- ein Mitteldruck- oder Hochdruckgasspeicher eingesetzt werden kann. Ebenfalls ist es nicht unbedingt zwingend, wenngleich zweckmäßig, die Faulgasreinigung vor der Faulgasspeicherung vorzunehmen. Zur Verwertung des Faulgases, von dem Teilmengen bei Bedarf auch in andere Prozesse abgegeben werden

könnten, sieht die Erfindung vor, vorzugsweise die Gesamtmenge als Betriebsstoff in einer Gasturbine, die mit einem nicht dargestellten Generator gekoppelt ist, zu verbrennen und somit zur Erzeugung von elektrischem Strom zu nutzen. Ein Teil der durch die Gasturbine erzeugten mechanischen Energie kann durch mechanische Kopplung zum Antrieb des Faulgaskompressors benutzt werden; dieser könnte aber auch elektromotorisch angetrieben werden und hierzu einen Teil der elektrischen Energie nutzen. Die übrige erzeugte elektrische Energie wird in ein nicht dargestelltes Stromnetz eingespeist.

Das Abgas der Gasturbine enthält gewisse Mengen an Schadstoffen wie etwa SO_2 (sofern keine Entschwefelung stattgefunden hat) und NO_x , die eine direkte Ableitung in die Umwelt nicht erlauben. Außerdem enthält das Abgas noch latente Wärme, die genutzt werden kann. Die Erfindung sieht in diesem Zusammenhang ein neues Konzept vor. Das Abgas wird nämlich durch eine erste Abgasleitung bei einer Temperatur von über 450°C aus der Gasturbine entnommen und zunächst in einen Wärmetauscher geführt, wo es die Trocknungsluft der Schlamm-trocknungsanlage indirekt erwärmt. Wie die Figur zeigt, wird als Schlamm-trockner bevorzugt ein Trommeltrockner eingesetzt, dessen Trocknungsluft im Kreislauf geführt wird. Das von der Trocknungsluft aufgenommene Wasser wird dadurch aus dem Kreislauf entfernt, daß ständig ein Teilstrom aus dem Luftkreislauf ausgeschleust wird, während eine entsprechende Menge Frischluft zugeführt wird. Dies ist in der Figur nicht dargestellt worden. Der ausgeschleuste Teilstrom wird zur Wasserabscheidung über einen (nicht dargestellten) Kondensator geführt. Die so getrocknete Abluft kann dann — zur Geruchs-beseitigung vorzugsweise über einen Abluft-Biofilter — in die Atmosphäre abgegeben werden. Selbstverständlich wäre es auch möglich, die getrocknete Abluft als "Frischluft" wieder in den Trommeltrocknerkreislauf zurückzuführen.

Der indirekte Wärmetausch wird in dem Wärmetauscher so geführt, daß das Abgas den Wärmetauscher mit einer Temperatur von etwa noch 160°C durch eine zweite Abgasleitung verläßt. Die Restwärme des Abgases wird benutzt zur Durchführung der eingangs beschriebenen Schlammvorwärmung.

Diese findet erfindungsgemäß durch den direkten Kontakt des Abgases mit dem leicht alkalischen Rohschlamm in der Rohschlamm-begasung statt, zu der die zweite Abgasleitung führt. Das hat den großen Vorteil, daß nicht nur der Aufwand für einen entsprechenden Flächenwärmetauscher völlig entfällt, sondern es wird darüber hinaus auch eine Reinigung des Abgases bewirkt, da Schadstoffe wie SO_x und NO_x im Faulschlamm weitgehend gelöst werden. Die durch die Lösung dieser Schadstoffe entstehenden Säuren setzen sich mit den Bestandteilen des Rohschlammes zu Salzen um, die in dem getrockneten Schlamm die erfindungsgemäße Anlage wieder verlassen. Wenn das Abgas den Rohschlamm durchströmt hat, weist es je nach Rohschlammtemperatur (abhängig von der Jahreszeit) lediglich noch eine Temperatur von etwa 10 bis 25°C auf und kann durch eine dritte Abgasleitung, die an den Behälter der Rohschlamm-begasung angeschlossen ist, gereinigt und daher gefahrlos in die Umgebung abgegeben werden. Um auch jegliche Geruchsbelästigungen in der Umgebung der Anlage auszuschließen, kann es zweckmäßig sein, ein Abluftfilter, das vorzugsweise als Biofilter ausgebildet ist, in die dritte Abgasleitung einzuschalten.

Durch die Erfindung wird ein weitgehende Nutzung der im Klärschlamm enthaltenen Energie zur Stromerzeugung gewährleistet. Es wird als zu entsorgendes Endprodukt lediglich eine im Vergleich zur eingesetzten Schlammmenge geringe Menge an getrocknetem Faulschlamm erzeugt. Zur Trocknung wird nur Abwärme eingesetzt. Die Abwärmemenge wird durch den erfindungsgemäßen Betrieb der Anlage so bemessen, daß sie für die Trocknung ausreicht, ohne daß andersweitige Hilfsenergien eingesetzt werden müssen. Das Abgas der erfindungsgemäß vorgesehenen Gasturbine für die Stromerzeugung wird bei gleichzeitiger Abwärmenutzung auf äußerst einfache Weise von Schadstoffen befreit, so daß der Aufwand für eine vorherige Reinigung des Faulgases unterbleiben kann.

Patentansprüche

1. Anlage zur Biogas-erzeugung mit einer Schlamm-begasung, einer Schlamm-fermentation, einer Faulgas-trocknung, einer Faulgasspeicherung, einer Faulgas-verdichtung und einer Verbrennungskraftmaschine, die mit einem elektrischen Generator zur Stromerzeugung gekoppelt ist, dadurch gekennzeichnet,

- daß zum Zweck der Behandlung von Klärschlamm in der Anlage die Schlamm-begasung als der Schlamm-fermentation vorgeschaltete Rohschlamm-begasung ausgebildet ist,
- daß die Verbrennungskraftmaschine als Gasturbine ausgebildet ist,
- daß hinter der Schlamm-fermentation eine Schlamm-entwässerung vorgesehen ist,
- daß der Schlamm-entwässerung eine Schlamm-trocknung nachgeschaltet ist,
- daß ein Wärmetauscher vorgesehen ist für die indirekte Erwärmung der Trocknungsluft der Schlamm-trocknung,
- daß eine erste Abgasleitung vorgesehen ist, die von der Abgasseite der Gasturbine zum Heizmedium-eingang des Wärmetauschers führt,
- daß eine zweite Abgasleitung vorgesehen ist, die von dem Heizmediumausgang des Wärmetauschers in die Rohschlamm-begasung führt, und
- daß eine dritte Abgasleitung vorgesehen ist zur Ableitung des Turbinenabgases aus der Rohschlamm-begasung in die Atmosphäre.

2. Anlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in die dritte Abgasleitung ein Abluftfilter eingeschaltet ist.

3. Anlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß vor der Gasturbine eine Faulgasreinigung (Entschwefelung) angeordnet ist.

4. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Schlamm-trocknung als Trommeltrockner ausgebildet ist, dessen Trocknungsluft im wesentlichen im Kreislauf geführt wird.

5. Verfahren zum Betrieb einer Anlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Turbinenabgas mit einer Temperatur von mehr als 450°C entnommen und mit etwa dieser Temperatur in den Wärmetauscher eingeleitet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Turbinenabgas mit einer Temperatur von etwa 160°C aus dem Wärmetauscher ab-

gezogen und mit dieser Temperatur zur Begasung des Rohschlamms eingesetzt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Gasspeicherung lediglich im Sinne einer Zwischenspeicherung stattfindet und die Gesamtmenge des erzeugten Biogases in der Gasturbine zur Stromerzeugung verbraucht wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

